

У зв'язку з цим у подальших дослідженнях доцільно залучити сучасні методи еволюційного моделювання, зокрема, генетичні алгоритми, для розв'язання задачі налаштування нечітких систем керування режимом пуску процесу екструзії полімерів.

**Список літератури:** 1. Труфанова, Н. М., Плавление полимеров в экструдерах [текст] / Н. М. Труфанова, А. Т. Щербинин., В. И. Янков // – Изд-во: Ник «Регулярная и хаотическая динамика», Ин-т компьютерных исследований, 2009. – 332 с. 2. Popescu, O., A new approach to modeling and control of a food extrusion process using neural networks and expert system [текст] / O. Popescu, D. C. Popescu, J. Wilder, M. V. Karwe // – Journal of Food Process Engineering. – 2001, 24(1), pp. 17–36. 3. Le, S. J. Application of fuzzy control to start-up of twin screw extruder [текст] / S. J. Le, C. G. Hong., T. S. Han, J. Y. Kang, Y. A. Kwon // – Food Control, 2002, 13, pp. 301–306. 4. Ferdinand, J. M., Monitoring and optimization of the extrusion cooking process [текст]. J. M. Ferdinand, M. L. Holly, E. H. A. Prescott, P. Richmond, A. C. Smith // In M. Renard & J. J. Bimbenet (Eds.), Automatic control and optimization of food process (pp. 519–530). London: Elsevier Applied Science, 1988. 5. Ferdinand, J. M., Monitoring and control of the extrusion cooking process [текст]. J. M. Ferdinand, M. L. Holly, E. H. A. Prescott, P. Richmond, A. C. Smith // In R. W. Field & J. A. Howell (Eds.), Process engineering in the food industry: development and opportunities (pp. 77–93). London: Elsevier Applied Science, 1989. 6. Жученко, О. А. Нечітка система керування режимом пуску процесу екструзії полімерів [текст] // О.А. Жученко. Інтегровані технології та енергозбереження №1, - 2013. с. 96-100. 7. Жученко, О. А. Моделювання режиму пуску процесу екструзії полімерів [текст] // О.А. Жученко. Вісник НТУУ «ХПІ». Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження, №2 – 2013.

Надійшла до редколегії 02.06.2013

УДК 681.5

**Налаштування нечіткої системи керування режимом пуску процесу екструзії полімерів / Л. Д. Ярошук, О. А. Жученко** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 38 (1011). – С.44-50. – Бібліогр.: 7 назв.

Представлены результаты настройки нечеткой системы управления режимом пуска процесса экструзии полимеров. Показано, что факторами, которые наиболее влияют на качество системы управления, является количество термов лингвистических переменных и соответствующие функции принадлежности, диапазоны входных переменных, а также составные базы правил. Предложенные направления последующих исследований.

**Ключевые слова:** нечеткая система, полимер, экструдер, режим пуска.

Results of fuzzy control system tuning of start-up phase of polymers extrusion process are presented. It is shown that the most influential factors on control system quality are terms quantity of linguistic variables and corresponding membership functions, scaling factors and rule base. Directions of future researches were proposed.

**Keywords:** fuzzy control, polymer, wood, extruder, start-up phase.

УДК 518.9+681.51.011

**М. Б. МУНИБ**, соискатель, Таврический национальный университет им.В.И.Вернадского, Симферополь

## НЕЙРОСЕТЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ В ЗАДАЧАХ ПРЕСЛЕДОВАНИЯ

Задачи преследования решаются на основе нейросетевого управления. Нейросетевая система управления строится на основе нейросетевого контроллера, который состоит из трех слоев нейронов прямого распространения. Предлагаются примеры реализации нейросетевого управления в задачах преследования. Приводятся результаты обучения системы.

**Ключевые слова:** нейросетевое управление, задачи преследования, нейросетевой контроллер, прямое распространение, алгоритмы обратного распространения ошибки.

© М. Б. МУНИБ, 2013

**Введение.** Стремительное развитие новых информационных технологий в направлении создания интеллектуальных средств обработки информации, таких как нейросетевые методы, генетические алгоритмы и т.п., обуславливает их активное внедрение на всех стадиях разработки и совершенствования математического обеспечения информационно-управляющих систем во время решения широкого спектра функциональных задач: интегральных и интегрально-дифференцированных сближения, и преследования. Все это позволяет существенно повысить надежность принятия решений относительно решения задач преследования. Которые, в свою очередь, предусматривают наличие двух или более сторон, способных влиять на процесс с противоположными или не совпадающими целями. К решению задач из этой области относится теория конфликтно управляемых процессов. Данная теория в своей основе имеет общую теорию игр, математическую теорию управления и теории дифференциальных уравнений.

Эффективность математического обеспечения управляющих систем непосредственно связана с увеличением точности математических моделей, используемых для решения соответствующей функциональной задачи и, в свою очередь, достаточной степенью определяется подходом к выбору метода построения этих моделей.

Однако предопределяющим фактором выбора метода построения модели является характер модификации во времени входных переменных объекта, который приходится исследуемым.

Большое внимание в работах данной школы уделяется вопросам практической реализации процедур управления и численного решения прикладных задач теории дифференциальных игр. Однако задачи преследования рассмотрены довольно поверхностно, необходимость улучшения решения задач преследования является актуальной в условиях современности, особенно относительно решения упомянутых задач с помощью нейросетевого управления.

Анализируя многочисленную литературу, которая относится к нейросетевому управлению, необходимо отметить, что на сегодняшний день нейросетевое управление в задачах преследования, является одной из малоизученных. Однако, подходя к изучению данного направления в теории управляемых процессов, следует отметить, что исследование такого задания расширяет круг других не менее интересных задач, которые, в свою очередь, состоят из многочисленных комбинаций, при решении которых зачастую возникают технические проблемы. Это объясняется огромным набором значений, как переменных, так и постоянных, в случае, когда необходимо обработать большой объем информации. При этом появление интегрированных распределенных программ санкционировало к новым возможностям применения численных методов при решении задачи преследования. Исходя из этого, возникает вопрос о разработке новых методов и алгоритмов, многие из которых требуют наименьших затрат времени в программной реализации, на основе этого данные задачи выступают актуальной задачей.

На сегодняшний день достаточно глубоко изучены фундаментальные результаты применения позиционного подхода в игровых задачах преследования, которые касаются систем, движение которых описываются дифференциальными, интегральными, интегро-дифференциальными уравнениями.

Основные результаты поданы в научных трудах М. М. Красовского [1,3], П. Л. Глебова [4], В.Г. Белоус [5], К.Е. Робченко [6], Д.Д. Зинченко [7], стали важным

базисом при выполнении данной работы. Теоретические исследования Д.Д. Зинченко стали основой в исследовании позиционного метода для интегральных игр с фиксированным моментом окончания игры и жесткими условиями на параметры процессов.

Решение дифференциальных игр с участием группы преследователей были предложены в работах О.Д. Мироненко [8], В.А. Терехова, Д.В. Ефимова, И.Ю. Тюкина, В.Н. Антонова [9], Н.Т. Кніфути [10], Л.С. Потрягина [12], А.А. Миняйло [13], К.Є. Робченко [6] и многих других математиков. Отметим, что толчком к появлению большого количества работ по указанной тематике стала статья Робченко К.Е.. Большинство работ, посвященных как задачи преследования, так и задачи убегания рассматривались при определенной превосходстве одной из сторон.

**Методика экспериментов.** Сущность проблемы, над которой проводится исследование в данной работе, заключается в том, что для применения в задачах для процессов с памятью существующие разработки моделей на базе позиционного метода требуют значительного усовершенствования и обобщения. Более того, учитывая анализ состояния проблемы, оказывается, что ранее задачи в предлагаемой постановке не рассматривались.

**Цель работы.** Решение задачи преследования с помощью нейросетевого управления. Результат решения актуален для использования многослойных нейронных сетей. А также программной реализации решения таких задач. Научная значимость данного исследования состоит в применении нейросетевого подхода для оптимального управления в задаче преследования.

**Обсуждение результатов.** Рассмотрим задачу преследования, которую представим системой уравнений:

$$\dot{x} = u, \|u\| \leq a, a > 1, x \in R^n,$$

$$\dot{y} = v, \|v\| \leq 1, y \in R^n$$

где  $x, y$ , - геометрические координаты преследователя и беглеца соответственно;  $u(t), v(t)$ , - измеримые по Лебегу функции. Управление беглеца

$v(t)$  принадлежит

шару  $S = \{x \in R^n : \|x\| \leq 1\}$ . Управление

преследователя  $u(t)$  выбирается из

шара радиусом  $a$ :

$aS = \{ax \in R^n : x \in S\}$ . Множества

всех таких управлений называются допустимыми и обозначают их  $\Omega_v$

и  $\Omega_u$  соответственно.

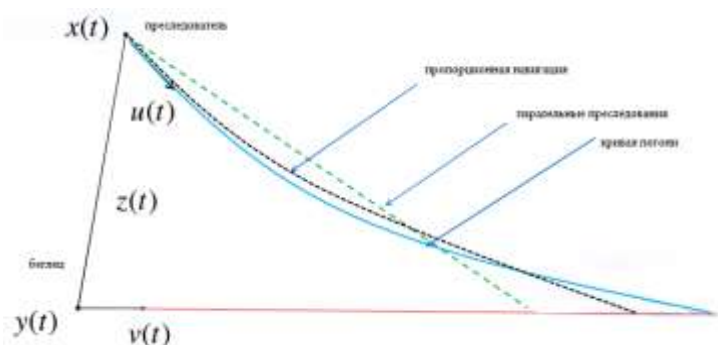


Рис. 1 – Задача преследования

Представим графически

данную задачу преследования (рис. 1): Данную задачу реализуем в нейросетевой системе управления.

Нейросетевая система управления в первую очередь состоит из нейросетевого контроллера, который состоит из трех слоев нейронов прямого распространения. Принцип работы данного контроллера следующий, на вход сети подается ряд параметров: геометрические координаты преследователя и беглеца, скорость

движения, траектория движения, количество операндов. На выходе получаем управленческое влияние, которое, в свою очередь, состоит из трех компонентов, длину вектора управляющего влияния и угол поворота объекта в сети.

Для прогнозирования используем трехслойную сеть прямого распространения. На рис. 2 представлена архитектура трехслойной нейросети в результате некоторых экспериментов.

Нейросетевая модель обучалась алгоритму обратного распространения, а именно модификации SCG. Алгоритм обратного распространения предложенный

Моллером сочетает идеи метода сопряженных градиентов с

квазиньютоновскими методами, и в частности предлагает подход, который реализован в алгоритме Левенберга-Маркварда. Однако, этот алгоритм требует большего числа итераций чем другие, но при этом общее количество вычислений на каждой итерации существенно сокращено.

Процесс обучения отражен на рис. 3.

Для обучения модели были использованы материалы которые включали результаты полученных исследований различных вариантов преследования. Которые приведены в работах Л.П. Глебова [4], Л.С. Потрягина [11] и М. М. Красовского [2].

Далее проведем подгонку обучающей выборки на уже обученной сети. Результаты представим на рис. 4.

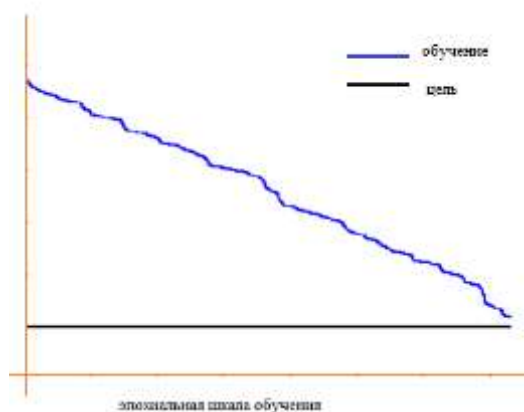


Рис. 3 – Процесс обучения нейросетевой модели алгоритма обратного распространения

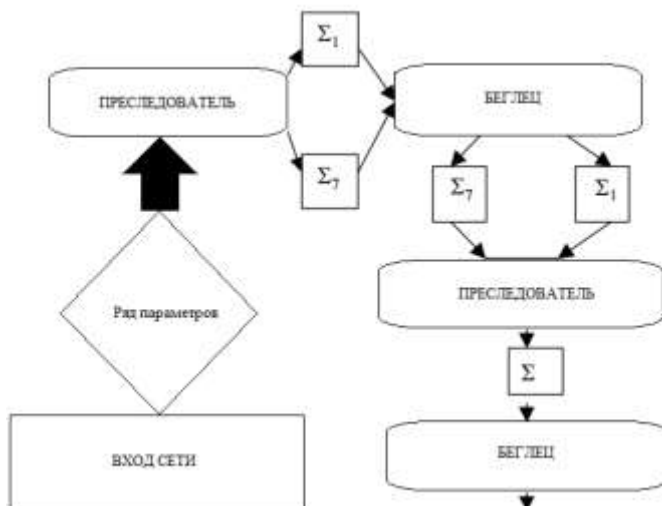


Рис. 2 – Архитектура трехслойной нейросети реализации задачи преследования

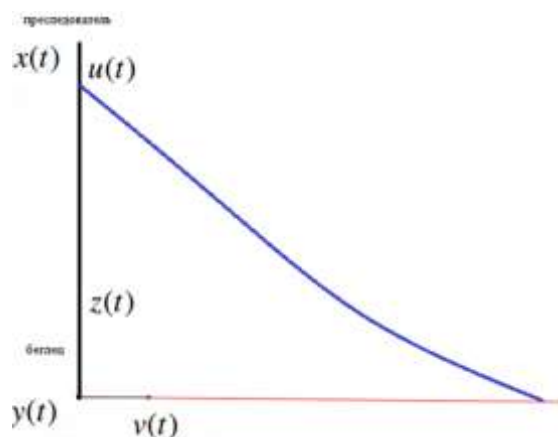


Рис. 4 – Результаты подгонки обучающей выборки на уже обученной сети

Из анализа полученных результатов видно, что проверка на обученной сети дает не 100 % точный результат. Точность данного прогноза на проверочной выборке составляет 77 %. Согласно результатам разработанная система может служить для быстрого и достаточного расчета оптимального пути

преследователя, а соответственно и решения задачи преследования.

**Выводы.** Теория конфликтно управляемых процессов явилась идеальным полем для применения нейросетевых технологий, и именно в этой отрасли наблюдается наиболее яркий практический успех нейроинформационных методов. Это позволит решить многие вопросы математического аспекта. Своевременное нейросетевое управление позволит решить математические дифференциальные и интегрировано-дифференциальные задачи довольно простым и удобным способом.

Описанный в работе нейросетевой подход санкционирует объединение дифференциальных уравнений в одно общее уравнение, целью которого является очерчивание динамики как объектов, так и системы уравнений, которые, в свою очередь описывают обучение многослойных нейронных сетей, и тем самым, определяют параметры, обеспечивающие устойчивость обучения. Приведенная трехслойная нейросетевая система позволяет моделировать алгоритмы двумерных задач преследования.

**Список литературы:** 1. Красовский Н. Н. Игровые задачи о встрече движений / Н. Н. Красовский. – М.: Наука, 1970. – 420 с. 2. Красовский Н. Н. Управление динамической системой: задаче о минимуме гарантированного результата / Н. Н. Красовский – М.: Наука, 1985. – 420 с. 3. Красовский Н. Н., Субботин А. И. Позиционные дифференциальные игры / Н. Н. Красовский. – М.: Наука, 1974. – 340 с. 4. Глібов П. Л. Диференціальні ігри / Глібов П. Л., Бойченко Л. Д. – К.: Наукова думка, 1992. – 325 с. 5. Білоус В. Г. Просте переслідування кількома об'єктами // Кібернетика, 1976. – С. 145-146. 6. Робченко К. Є. Диференціальні ігри з простим рухом / Робченко К. Є. – Х.: Фанон, 1989. – 420 с. 7. Зінченко Д. Д. Математичні методи управління декількома динамічними процесами / Зінченко Д. Д. – К.: Вид-у Київського ун-ту, 1990. – 280 с. 8. Мироненко О. Д. Ігрові завдання керування та пошуку / Мироненко О. Д., Григоренко О. Л. – К.: Наука, 1978. – 248 с. 9. Терехов В. А., Ефимов Д. В., Тюкин И. Ю., Антонов В. Н. Нейросетевые системы управления. – СПб.: Издательство Санкт-Петербургского университета, 1999. – 265 с. 10. Кніфута Н. Т. Конфліктно керовані процеси / Кніфута Н. Т. – К.: Наукова думка, 1992. – 320 с. 11. Понтрягин Л. С. Задача об уклонении от встречи в линейных дифференциальных играх / Понтрягин Л. С., Мищенко Е. Ф. // Дифференциальные уравнения, 1971. – Т. 7. – С. 436-445. 12. Понтрягин Л. С. Математическая теория оптимальных процессов / [Понтрягин Л. С., Болтянский В. Г., Гамкрелидзе Р. В., Мищенко Е. Ф.]. – М.: Наука, гл. ред. физ.-мат. лит., изд. 3-е, 1976. – 392 с. 13. Міняйло А. А. Диференціальні ігри переслідування / Міняйло А. А. – Льв.: Видавництво «Оскар», 1977. – 400 с.

Надійшла до редколегії 01.06.2013

УДК 518.9+681.51.011

**Нейросетевое управление в задачах преследования/ М. Б. Муниб//** Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2013. - № 38 (1011). – С.50-54. – Бібліогр.: 13 назв.

Завдання переслідування вирішуються на основі нейромережевого управління. Нейромережева система управління будується на основі нейромережевого контролера, який складається з трьох шарів нейронів прямого поширення. Пропонуються приклади реалізації нейромережевого управління в задачах переслідування. Наводяться результати навчання системи.

**Ключові слова:** нейромережеве управління, завдання переслідування, нейромережевий контролер, пряме поширення, алгоритми зворотного поширення помилки.

Tasks of persecution solved on the basis of neural network control. The neural network control system is built on the basis of neural network controller, which consists of three layers of neurons of direct distribution. Offers examples of implementation of neural network control in problems of persecution. Given the results of the training system.

**Keywords:** neural network management, tasks of the persecution, the neural network controller, direct distribution, algorithms back propagation of error.